بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

بررسی اثر پارامترهای چرخ محرک و هندسه مانع بر ضربه افقی و عمودی وارده بر چرخ در انباره خاک با استفاده از آزمونگر تک‌چرخ

اساتید راهنما:

دکتر اسعد مدرس مطلق **دکتر عارف مردانی کرانی**

تنظیم و نگارش:

اباصلت افرنجه

بهمن ۱۳۹۱

مجوز حق طبع و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ است

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم .

تقدیم به برادرم

که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بود و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات، و وجودش مایه دلگرمی من می باشد.

تقدیر و تشکر

شایسته است از زحمات جناب آقای دکتر مردانی و جناب آقای دکتر مدرس که راهنمای بنده در امر پایان نامه بودند تقدیر و تشکر نمایم.

سزاوار است از داوران محترم جناب آقای دکتر محبی و جناب آقای دکتر حسن پور که زحمت باز خوانی و داوری این مجموعه را بر عهده داشتند و همچنین از کلیه اساتید گرانقدر که در دوران تحصیل از محضرشان کسب فیض نمودم تشکر نمایم.

و در نهایت از تمامی دوستان و هم کلاسی های عزیزم که در طول این مدت افتخار آشنایی و مصاحبت با آن ها را داشتم، و به پاس محبت های بی دریغشان سپاس گزارم. همچنین از دوستان عزیزم دکتر خسروی محمدی، مهندس مهدی شیرازی، حبیب محمدزاده، روح اله جوکار، علی روزبهانی، هادی اسماعیل نژاد، سعید یوسفی، اصغر موسوی، نوید پوروثوقی، یوسف عباس پور، بهنام سارنگی، نعمان مرغوب، امیر شیخی، عادل رضوانی وندفنائی، رحیم طباطبائی، مرتضی جعفرلو، اسکان زارعی، مهرداد لعلی، امین حاضروظیفه، حسن شریفی، کمال ایمانیان و خانم فرناز زهی سعادت، کمال تشکر را دارم و از خداوند منان آرزوی موفقیت روزافزون برای ایشان خواهانم.

چکیده

چرخ یکی از اجزاء ساده و در عین حال مهم ماشین می باشد، زیرا از سویی باید وزن ماشین را تحمل نماید و از سوی دیگر برقرار کننده ارتباط ماشین با زمین باشد. تقریباً بیشتر نیروهای وارده به ماشین، از طریق چرخ ها اعمال می شوند. بنابراین مطالعه در مورد نیروهای وارد بر چرخ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از مواردی که ضربه‌ها و نیروهای ناگهانی به چرخ وارد می‌شود زمانی است که چرخ از روی موانع در شرایط مختلف کاری عبور می‌کند. در این پژوهش، اثرات پنج پارامتر سرعت پیشروی، بار عمودی روی تایر، شکل مانع (قوسی، مثلثی و ذوزنقه‌ای)، ارتفاع مانع و لغزش (محرک یا متحرک بودن چرخ)، بر روی ضربه وارد بر چرخ، مورد بررسی قرار گرفت. آزمون های مورد نظر در این پژوهش، برای بررسی پارامترهای چرخ محرک در شرایط کنترل شده، مستلزم در اختیار داشتن یک انباره‌خاک و آزمونگر تک چرخ می باشد که برای این منظور از انباره‌خاک و آزمونگر تک چرخ محرک موجود در گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه استفاده شد. در این پژوهش سطوح سرعت پیشروی ۱/۰۸ ، ۱/۸ و ۲/۵۲ کیلومتر بر ساعت، بار عمودی روی تایر ۲۸۵ و ۳۸۵ کیلوگرم (هر کدام از مقادیر بار عمودی به اضافه ۱۸۵ کیلوگرم بار مربوط به جرم چرخ و متعلقات آن می‌باشد)، لغزش در دو سطح ۳٪(محرک) و ۰٪(متحرک)، شکل مانع در سه سطح مثلثی، قوسی و ذوزنقه‌ای و سطوح ارتفاع هر مانع برابر ۲، ۳ و ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر هر سه مانع بر روی ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارد بر چرخ نسبت به یکدیگر معنی‌دار بوده و فقط اثر دو مانع قوسی و ذوزنقه‌ای بر روی ضربه عمودی نسبت به هم اثر معنی‌داری نداشتند. همچنین در مانع مثلثی ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارد بر چرخ کمتر و در مانع ذوزنقه‌ای بیشتر از سایر موانع بدست آمد. ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارده بر چرخ، در چرخ محرک با لغزش۳٪ کمتر از چرخ متحرک بوده و این اختلاف معنی‌دار گردید. با افزایش ارتفاع مانع از ۲ سانتی‌متر به ۳ و ۴ سانتی‌متر ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارده بر چرخ نیز به صورت معنی‌داری افزایش یافته است و این افزایش ضربه افقی با تقریب خوبی خطی شده است. بار عمودی روی چرخ نیز اثر معنی‌داری روی ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارده بر چرخ داشته، به طوری که با افزایش بار عمودی ضربه افقی، عمودی و ضربه کل وارده بر چرخ نیز افزایش یافته است. اثر سرعت پیشروی در همه موانع، فقط بر روی ضربه عمودی معنی‌دار گردید و اثر معنی‌داری بر ضربه افقی و ضربه کل نداشت.

واژه‌های کلیدی : چرخ، مانع، لغزش، تقابل چرخ و مانع، آزمونگر تک چرخ، انباره خاک.

فهرست مطالب

۱- فصل اول ۱

۱-۱- اهمیت مطالعه در مورد چرخ ۱

۱-۲- مقاومت غلتشی و تقابل چرخ با خاک و مانع ۱

۱-۳- تشریح موضوع و بیان مسئله ۲

۲- فصل دوم ۴

۲-۱- کلیات ۴

۲-۲- تایر ۴

۲-۳- بررسی نیروهای وارده بین چرخ و خاک ۵

۲-۴- بررسی قدرت‌ها در برهم‌کنش خاک و تایر ۷

۲-۵- مقاومت غلتشی ۸

۲-۵-۱- مقاومت غلتشی در تایر خودروها ۸

۲-۵-۲- مقاومت غلتشی در تایر ماشین‌های کشاورزی ۹

۲-۵-۳- مقاومت غلتشی در ارتباط با نیروی مال‌بندی ۱۰

۲-۵-۴- ضرایب مقاومت غلتشی ۱۱

۲-۵-۵- چرخ متحرک یا آزاد گرد ۱۲

۲-۵-۶- چرخ محرک ۱۴

۲-۵-۷- پیشینه مطالعات پیرامون تاثیر بار دینامیکی و سرعت پیشروی بر مقاومت غلتشی چرخ ۱۶

۲-۵-۸- پیشینه مطالعات پیرامون تاثیر مشخصات هندسی چرخ و مانع بر روی ضربه وارده برچرخ ۲۲

۳- فصل سوم ۳۱

۳-۱- کلیات ۳۱
۳-۲- انباره‌خاک ۳۱
۳-۲-۱- کشنده ابزار (حامل) ۳۲
۳-۲-۲- مشخصات موتور و سامانه انتقال قدرت ۳۳
۳-۲-۳- سامانه کنترل سرعت حامل و آزمونگر تک‌چرخ ۳۵
۳-۲-۴- آزمونگر تک‌چرخ ۳۶
۳-۳- ترانسدیوسرها و سامانه جمع آوری و ثبت داده‌ها ۳۹
۳-۴- ابزار و سامانه‌های کنترل ۴۲
۳-۵- ساخت موانع ۴۳
۳-۵-۱- ساخت مانع مثلثی شکل ۴۳
۳-۵-۲- ساخت مانع ذوزنقه‌ای شکل ۴۳
۳-۵-۳- ساخت مانع قوسی شکل ۴۴
۳-۶- بار دینامیکی ۴۴
۳-۷- سرعت پیشروی حامل ۴۴
۳-۸- لغزش ۴۵
۳-۹- مشخصات تایر ۴۵
۳-۱۰- فشار باد تایر ۴۵
۳-۱۱- روش انجام آزمون‌ها و داده‌برداری ۴۵
۴- فصل چهارم ۴۹

۴-۱- کلیات ۴۹

۴-۲- بررسی و تحلیل نمودارهای تجربی ۵۰
۴-۲-۱- نمودارهای اولیه ۵۰
۴-۲-۲- ضربه افقی وارد بر چرخ ۵۰
۴-۲-۳- ضربه عمودی وارد بر چرخ ۵۳
۴-۲-۴- ضربه کل وارد بر چرخ ۵۶

۴-۳- ضربه عمودی وارد بر چرخ ۵۷
۴-۳-۱- اثر هندسه مانع بر ضربه عمودی وارد بر چرخ ۵۹
۴-۳-۲- اثر لغزش بر ضربه عمودی وارد بر چرخ ۵۹
۴-۳-۳- اثر ارتفاع مانع بر ضربه عمودی وارد بر چرخ ۶۰
۴-۳-۴- اثر بار عمودی بر ضربه عمودی وارد بر چرخ ۶۰
۴-۳-۵- اثر سرعت پیشروی بر ضربه عمودی وارد بر چرخ ۶۰

۴-۴- ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۳
۴-۴-۱- اثر هندسه مانع بر ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۵
۴-۴-۲- اثر لغزش بر ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۵
۴-۴-۳- اثر ارتفاع مانع بر ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۶
۴-۴-۴- اثر بار عمودی بر ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۶
۴-۴-۵- اثر سرعت پیشروی بر ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۶

۴-۵- ضربه کل وارد بر چرخ ۶۹
۴-۵-۱- اثر هندسه مانع بر ضربه کل وارد بر چرخ ۷۱
۴-۵-۲- اثر لغزش بر ضربه کل وارد بر چرخ ۷۱
۴-۵-۳- اثر ارتفاع مانع بر ضربه کل وارد بر چرخ ۷۲
۴-۵-۴- اثر بار عمودی بر ضربه کل وارد بر چرخ ۷۲
۴-۵-۵- اثر سرعت پیشروی بر ضربه کل وارد بر چرخ ۷۲

۴-۶- زاویه اعمال بیشینه ضربه کل ۷۵

۵- فصل پنجم ۸۱

۵-۱- نتایج ۸۱

۵-۲- پیشنهادات ۸۲

۶- منابع ۸۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱: ضریب مقاومت غلتشی تایر در زمین‌های مختلف.....۱۱
جدول ۲-۲: محاسبه ضریب مقاومت غلتشی (نسبت نیروی غلتشی به نیروی عمودی روی چرخ) در خاک‌های با سختی مختلف ۱۲
جدول ۴-۱: تجزیه واریانس مربوط به اثر پارامترها روی ضربه عمودی وارد بر چرخ.....۵۸
جدول ۴-۲: جدول مقایسه میانگین برای اثر اصلی پارامترها روی ضربه عمودی ۵۹
جدول ۴-۳: تجزیه واریانس مربوط به اثر پارامترها روی ضربه افقی وارد بر چرخ ۶۴
جدول ۴-۴: جدول مقایسه میانگین برای اثر اصلی پارامترها روی ضربه افقی.....۶۵
جدول ۴-۵: نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر پارامترها روی ضربه کل وارد بر چرخ.....۷۰
جدول ۴-۶: جدول مقایسه میانگین برای اثر اصلی پارامترها روی ضربه کل.....۷۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: نیروها و سرعت‌های پایه‌ای روی یک چرخ منفرد با منتجه نیروی عکس‌العمل خاک.....۶
شکل ۲-۲: نیروها و سرعت‌های پایه‌ای روی یک چرخ منفرد با مولفه نیروهای عکس‌العمل خاک. ۷
شکل ۲-۳: نیروهای وارده به چرخ متحرک (شکل سمت چپ) و چرخ محرک (شکل سمت راست) ۱۳
شکل ۲-۴: تغییر شکل افقی چرخ و تاثیر آن در سرعت پیشروی چرخ (پلسر، ۱۹۹۸) ۱۷
شکل ۲-۵: مولفه‌های تشکیل دهنده انرژی کل مصرفی چرخ در قالب مقاومت غلتشی (کیس، ۲۰۰۵) ۱۸
شکل ۲-۶: سهم چرخ و خاک از مقاومت کل در فشارهای مختلف باد تایر در تحقیق ناگوئن ون و همکاران...۲۰
شکل ۲-۷: اثر سرعت پیشروی بر ضریب مقاومت غلتشی چرخ (MRR) طی تحقیقات زوز و گریسو ۲۰
شکل ۲-۸: نتایج تحقیق تابورک در رابطه با تاثیر سرعت پیشروی بر ضریب مقاومت غلتشی یک چرخ.....۲۱
شکل ۲-۹: شکل شماتیک در نظر گرفته‌شده در تحقیق جانوسی و ایلر.....۲۲
شکل ۲-۱۰: چرخ‌های به‌کار برده شده در تحقیق مک آلیستار ۲۳
شکل ۲-۱۱: نتایج بدست آمده در تحقیق مک آلیستار ۲۳
شکل ۲-۱۲: نحوه قرارگیری مانع در مقابل چرخ و همچنین مدل‌سازی آن در تحقیق هارث و همکاران ۲۴
شکل ۲-۱۳: . شکل شماتیک مانع در نظر گرفته شده در تحقیق ژاو و همکاران ۲۵
شکل ۲-۱۴: مکانیزم طراحی شده توسط آکانده و همکاران.....۲۵
شکل ۲-۱۵: موانع مثلثی و ذوزنقه‌ای به کار برده شده در تحقیق گیپسر.....۲۶
شکل ۲-۱۶: شکل و نحوه عبور چرخ از روی مانع در تحقیق گیپسر ۲۷
شکل ۲-۱۷: مقایسه حالت آزمایش‌شده و شبیه‌سازی نیروهای عمودی(سمت چپ) و اقفی(سمت راست) وارد بر چرخ در سرعت‌های مختلف در مانع مثلثی شکل.....۲۸
شکل ۲-۱۸: مقایسه حالت آزمایش‌شده و شبیه‌سازی نیروهای عمودی(سمت چپ) و اقفی(سمت راست) وارد بر چرخ در سرعت‌های مختلف در مانع ذوزنقه‌ای شکل ۲۹
شکل ۳-۱: انباره خاک مورد استفاده از نوع ریل ثابت.....۳۲
شکل ۳-۲: حامل مورد استفاده بر روی انباره خاک ۳۲
شکل ۳-۳: حامل به همراه منضمات آن.....۳۳
شکل ۳-۴: شکل شماتیکی قرارگیری سامانه انتقال قدرت و موتور بر روی انباره خاک ۳۳

شکل ۳-۵: سامانه انتقال قدرت انباره خاک ۳۴
شکل ۳-۶: مجموعه تابلوی برق و اینورتر مورد استفاده برای حامل انباره خاک..... ۳۵
شکل ۳-۷: اینورتر مورد استفاده برای الکتروموتور آزمونگر تک‌چرخ ۳۶
شکل ۳-۸: آزمونگر تک چرخ چهاربازویی ۳۶
شکل ۳-۹: آزمونگر تک چرخ ساخته شده در وضعیت نصب بر روی حامل انباره خاک ۳۷
شکل ۳-۱۰: طرح حامل چرخ در نرم‌افزار solid works و معرفی اجزای مختلف ۳۹
شکل ۳-۱۱: محل قرارگیری لودسل‌ها بر روی بازوهای آزمونگر تک چرخ ۴۰
شکل ۳-۱۲: مجموعه دیتالاگر و رایانه مورد استفاده برای داده‌برداری ۴۱
شکل ۳-۱۳: بلوک دیاگرام سامانه داده‌برداری برای اندازه‌گیری پارامترهای کششی چرخ ۴۱
شکل ۳-۱۴: دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر چرخ محرک الف)مدل ساخته شده برای آزمونگر ب)حالت کلی ۴۲
شکل ۳-۱۵: مانع مثلثی در سه ارتفاع ۲، ۳ و ۴ سانتی‌متری ۴۳
شکل ۳-۱۶: مانع ذوزنقه‌ای در سه ارتفاع مختلف ۴۳
شکل ۳-۱۷: مانع قوسی شکل در سه ارتفاع ۲، ۳ و ۴ سانتی‌متری ۴۴
شکل ۳-۱۸: سرعت خطی الف)حامل چرخ و ب)چرخ محرک بر حسب فرکانس اینورترهای مربوطه..... ۴۵
شکل ۳-۱۹: سطح صلب و قاب با مانع متصل به آن ۴۶
شکل ۳-۲۰: عبور چرخ از روی مانع قوسی شکل ۴۷
شکل ۳-۲۱: عبور چرخ از روی مانع مثلثی شکل ۴۷
شکل ۳-۲۲: عبور چرخ از روی مانع ذوزنقه‌ای شکل ۴۸
شکل ۴-۱: نمودار تغییرات ضربه افقی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع مثلثی ۵۱
شکل ۴-۲: نمودار تغییرات ضربه افقی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع قوسی ۵۱
شکل ۴-۳: نمودار تغییرات ضربه افقی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع ذوزنقه‌ای..... ۵۱
شکل ۴-۴: نمودار تغییرات ضربه افقی در تحقیق گیپسر (۲۰۰۵) ۵۲
شکل ۴-۵: نمودار تغییرات ضربه افقی در تحقیق هارث و همکاران (۲۰۰۴) ۵۲
شکل ۴-۶: نمودار تغییرات ضربه افقی در تحقیق محمدزاده (۱۳۹۰) ۵۳
شکل ۴-۷: نمودار تغییرات ضربه عمودی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع مثلثی ۵۴
شکل ۴-۸: نمودار تغییرات ضربه عمودی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع قوسی ۵۴

شکل ۴-۹: نمودار تغییرات ضربه عمودی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع ذوزنقه‌ای ۵۴
شکل ۴-۱۰: نمودار تغییرات ضربه عمودی در تحقیق گیپسر (۲۰۰۵).....۵۵
شکل ۴-۱۱: نمودار تغییرات ضربه عمودی در تحقیق محمدزاده (۱۳۹۰).....۵۵
شکل ۴-۱۲: نمودار تغییرات ضربه دینامیکی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع مثلثی.....۵۶
شکل ۴-۱۳: نمودار تغییرات ضربه دینامیکی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع قوسی.....۵۷
شکل ۴-۱۴: نمودار تغییرات ضربه دینامیکی وارده بر چرخ در مسیر حرکت روی مانع ذوزنقه‌ای.....۵۷
شکل ۴-۱۵: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه عمودی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع مثلثی ۶۱
شکل ۴-۱۶: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه عمودی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع قوسی ۶۲
شکل ۴-۱۷: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه عمودی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع ذوزنقه‌ای ۶۳
شکل ۴-۱۸: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه افقی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع مثلثی ۶۷
شکل ۴-۱۹: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه افقی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع قوسی ۶۸
شکل ۴-۲۰: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه افقی در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع ذوزنقه‌ای ۶۹
شکل ۴-۲۱: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه کل در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع مثلثی شکل.....۷۳
شکل ۴-۲۲: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه کل در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع قوسی شکل.....۷۴
شکل ۴-۲۳: نمودارهای مربوط به بررسی اثرات ارتفاع مانع بر ضربه کل در سطوح مختلف سرعت پیشروی و لغزش در مانع ذوزنقه‌ای شکل.....۷۵
شکل ۴-۲۴: محدوده تقریبی زاویه اعمال ضربه کل بر چرخ در هنگام بالا رفتن از روی مانع.....۷۶
شکل ۴-۲۵: محدوده تقریبی زاویه اعمال ضربه کل بر چرخ در هنگام پایین رفتن از روی مانع.....۷۶

شکل ۴-۲۶: فراوانی زاویه اعمال بیشینه ضربه کل در مانع مثلثی ۷۷
شکل ۴-۲۷: فراوانی زاویه اعمال بیشینه ضربه کل در مانع قوسی ۷۸
شکل ۴-۲۸: فراوانی زاویه اعمال بیشینه ضربه کل در مانع ذوزنقه‌ای ۷۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱-اهمیت مطالعه در مورد چرخ

چرخ یکی از اجزاء ساده و در عین حال مهم ماشین می باشد، زیرا از سویی باید وزن ماشین را تحمل نماید و از سوی دیگر برقرار کننده ارتباط ماشین با زمین باشد. تقریباً بیشتر نیروهای وارده به ماشین، از طریق چرخ‌ها اعمال می شوند. از طرفی چون عملکرد چرخ به همراه تایر، همچون یک فنر و دمپر است و چرخ‌ها توانایی جذب ضربات وارده و تبدیل آنها به ارتعاشات را دارند، می‌توان آنها را قسمتی از سامانه تعلیق در نظر گرفت. هدایت ماشین نیز از طریق چرخ‌ها امکان پذیر می‌باشد. نهایتاً توان تولید شده در موتور، پس از عبور از سامانه انتقال قدرت، توسط چرخ‌ها اعمال گردیده و باعث به حرکت در آمدن ماشین می‌گردد. بنابراین از این دیدگاه، چرخ‌ها جزء سامانه انتقال قدرت محسوب می‌شوند. حتی عمل ترمز گیری و توقف خودرو و یا شتاب‌دهی ماشین نیز از طریق چرخ‌ها مقدور می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که چرخ‌های خودرو جزئی از سامانه‌های تعلیق، فرمان، انتقال قدرت و ترمز می‌باشد. بنابراین مطالعه در مورد نیروهای وارد بر چرخ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱-۲-مقاومت غلتشی و تقابل چرخ با خاک و مانع

نیروی وارده بر یک چرخ در حال حرکت را می‌توان به دو گروه نیروهای مفید و نیروهای مزاحم طبقه‌بندی کرد. نیروهای مفید، نیروهای هم سوی حرکت هستند که در چرخ‌های محرک و در جهت حرکت چرخ تولید می‌شوند. دسته دوم، نیروهایی هستند که در حین حرکت چرخ به صورت ناخواسته تولید می‌شوند.

عمده‌ترین نیروی غیر مفید وارده بر چرخ، مقاومت غلتشی چرخ است. مقاومت غلتشی در اثر تغییر فرم خاک و چرخ به وجود می‌آید و وابسته به شرایط خاک، چرخ و بارگذاری چرخ می‌باشد. دسته دیگری از نیروهای مزاحم، نیروهایی هستند که ممکن است بر اثر انباشته شدن خاک در جلو چرخ و در قالب کنار زدن توده‌ی خاک از مقابل حرکت نمایان شوند. یکی دیگر از مقاومت هایی که ممکن است در برابر حرکت چرخ اتفاق افتد، ضربه ناشی از موانع احتمالی جلو چرخ است. فرآیند حرکت چرخ از روی یک مانع بسیار پیچیده بوده و تابع پارامترهای عدیده‌ای است که از آن جمله می توان به مشخصات ارتجاعی چرخ در قالب یک سامانه دینامیکی فنر-دمپر، بارگذاری چرخ، شکل و ارتفاع مانع، سرعت حرکت از روی مانع و هندسه چرخ اشاره کرد.

مقاومت غلتشی یک چرخ بر روی خاک بخشی از کشش ناخالص تولیدی توسط ماشین محرک است که با وجود غیر مفید بودن آن، ناگزیر باید تامین گردد. این عامل در شرایط عبور چرخ از روی موانع و ایجاد ارتعاش بر روی چرخ از پیچیدگی بیشتری برخوردار خواهد بود و بر این اساس می توان گفت که مطالعه رفتار چرخ در این شرایط از اهمیت و تازه‌گی خاصی برخوردار است.

دو نوع مقاومت غلتشی وجود دارد، یکی مقاومت غلتشی داخلی تراکتور است که در داخل خود وسیله نقلیه به دلیل اصطکاک، ارتعاشات، پسماند، و تاثیر فشردگی تایرها تولید شده است که نیروی ضروری برای کشیدن تراکتور روی یک جاده آسفالت است. و دیگری نیروی مقاومت غلتشی خارجی تراکتور است که توسط تغییر شکل خاک ایجاد شده است که یک کاهش نیروی ضروری برای کشیدن تراکتور روی خاک رسی شنی خاکورزی شده است.

در رابطه با شرایطی که انباشتگی زیادی در مقابل چرخ به وجود می‌آید، لازم است بخش جداگانه‌ای از مقاومت در برابر حرکت چرخ در نظر گرفته شود که در قالب هل دادن و کنار زدن توده خاک انباشته شده ظاهر می‌شود. البته این بخش از مقاومت غلتشی در چرخ‌هایی با عرض زیاد قابل ملاحظه است و برای چرخ‌های با عرض کمتر از ۲۵ سانتی‌متر قابل چشم‌پوشی است.

۱-۳- تشریح موضوع و بیان مسئله

با توجه به این موضوع که در بسیاری از فعالیت‌های مربوط به بخش کشاورزی از تراکتور و ادوات چرخ‌دار استفاده می‌شود و در اکثر موارد در کشور ما، کاربران فاقد دانش کافی در مورد مفاهیم مرتبط با برخی پارامترها و اثر آن بر بازده کاری ماشین می‌باشند بنابراین نیاز به بررسی و تحلیل اثرات آنها می‌باشد. این واقعیت غیر قابل

انکاری است که فشار باد تایر ادوات کشاورزی، سرعت پیشروی و همچنین میزان بار مناسب اعمالی روی دستگاه‌ها، کمتر مورد توجه کاربران آن واقع می‌شود بنابراین نیاز به توجه به این عوامل و تنظیم آنها نیازمند آگاهی کافی از اهمیت موضوع می‌باشد. از طرف دیگر مزارع کشاورزی به دلیل وجود ناهمواری‌های متعدد، چرخ را دچار نیروهای دینامیکی ناگهانی می‌نماید. این ناهمواری‌ها ارتفاع‌های مختلفی دارند. لذا اطلاع از این نیروها و اعمال آنها در محاسبات طراحی چرخ و محور آن سبب می‌شود تا حد امکان از بوجود آمدن حوادث ناگهانی در هنگام کار جلوگیری شود.

مطالعه تحقیقات انجام گرفته در مورد مانع و چرخ نشان می‌دهد که به علت پیچیدگی‌های زیاد پارامترهای چرخ محرک، در زمینه اثر متقابل چرخ محرک و مانع تحقیقاتی صورت نگرفته است. بنابراین در تحقیق حاضر به بررسی اثر پارامترهای چرخ محرک و هندسه مانع بر ضربه افقی و عمودی وارده بر چرخ با استفاده از آزمونگر تک‌چرخ محرک پرداخته می‌شود.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱-کلیات

تخمینی که از کمبود سوخت سالیانه در ایالات متحده بخاطر بازده کششی کم بدست آمد، ۵۷۵ میلیون لیتر بود (گیل[1] و وندنبرگ[2]، ۱۹۶۸). بنابراین هر بهبودی که بتوان در کشش صورت داد، مستقیما روی عملکرد تراکتور و ادوات کشاورزی و نیز حفاظت از انرژی سوخت تاثیر می‌گذارد. یکی از عوامل موثر بر راندمان کششی ماشین‌ها میزان نیروهای مقاومی است که بر آنها وارد می‌شود که مقاومت غلتشی بین تایر و سطح مسیر یکی از این نیروهاست. در نتیجه پرداختن به عواملی که بر روی مقدار مقاومت غلتشی وارد بر یک چرخ اثرگذار هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. فاکتورهای مهمی که بر روی مقاومت غلتشی بوجود آمده در یک چرخ تاثیر گذار می‌باشند عبارتند از فشار باد تایر، سطح تماس تایر و خاک، سرعت پیشروی، بار عمودی چرخ، هندسه چرخ، نوع تایر و... .

از طرف دیگر ماشین‌ها و ادوات کشاورزی چرخ‌دار، در حین حرکت خود در مزرعه دستخوش نیروهای آنی و ناگهانی ناشی از ناهمواری‌ها و موانع با هندسه‌های متفاوت، می‌شوند. این نیروهای آنی سهم زیادی در مقدار مقاومت غلتشی بوجود آمده در مقابل چرخ دارند.

۲-۲-تایر

برای تولید تایر از ۲۰ جزء تشکیل دهنده‌ی تایر (و یا بیشتر) و با ۱۵ جزء لاستیکی (و یا بیشتر)

[1] Gill
[2] Vandenberg

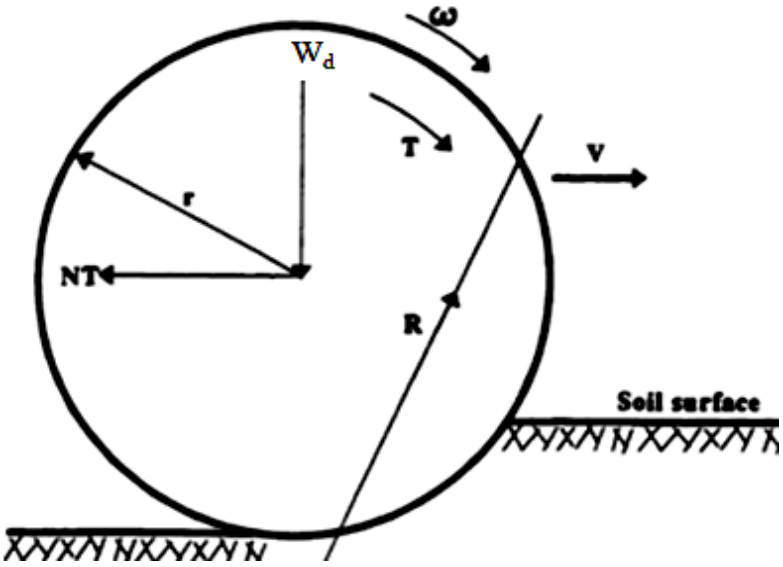
استفاده می‌شود که عموماً در یک مسیر شعاعی مونتاژ مـی‌شـوند و یـک رونـد پیچیـده و حجـم عظیمـی از دستگاه‌ها را برای رسیدن به تولید نهایی تایر طی می‌کنند. تایرها ساختار مهندسـی چندلایـه‌ای پیچیـده‌ای دارند که باید در طراحی آن، راحتی رانندگی و معیار کشش و نیز کیفیت و رضایت مشـتری در نظـر گرفتـه شود. تایرهای با اندازه متوسط برای هر مایل حدود ۸۰۰ چرخش دارند. از این رو، در ۵۰۰۰۰ مایل رانندگی، هر تایر بیش از ۴۰ میلیون بارگذاری و باربرداری را تجربه می‌کند که نیازمند استحکام کافی است.

تایرهای بادی اولین بار در سال ۱۸۰۰ میلادی و به صورت تایرهای لاستیکی جامد در بریتانیـا مـورد استفاده قرار گرفتند.این تایرها مقطع عرضی کوچک و فشارهای بالا داشتند و به طور عمـده در دوچرخـه‌هـا مورد استفاده قرار گرفتند. تایرهای بالنی[1] بزرگتر در اوایل سـال ۱۹۲۰ مـیلادی بـا کاربردهـایی در صـنعت وسایل نقلیه‌ی موتوری معرفی شده بودند. تایرهای بدون تیوب با پیشرفت‌هـایی در طراحـی ریـم[2] در اوایـل سال ۱۹۵۰ میلادی معرفی شدند. تایرهای اریبی تسـمه‌ای در اواخـر سـال ۱۹۶۰ مـیلادی مشـهور شـدند. تایرهای شعاعی[3] (که برای اولین بار در اروپا معرفی شدند) در آمریکا در سال ۱۹۷۰ میلادی مشهور شدند و اکنون از این تایرها در خودروها استفاده می‌گردد.

۲-۳- بررسی نیروهای وارده بین چرخ و خاک

کل نیروهای عمودی بر سطح خاک که توسط تایر وسیله نقلیه کششی یا حمل ونقـل، تحـت شـرایط کاری اعمال می‌گردد، بار دینامیکی W_d، می‌باشد و کل نیروهای عمود بر سطح خاک که توسط تـایر وسـیله نقلیه کششی یا حمل و نقل در شرایط بی‌حرکت با کشش خالص صفر و گشتاور ورودی صفر وارد می‌گـردد، بار استاتیکی W_s، می‌باشد. بنابراین (W_d-W_s) را انتقال بار می‌نامنـد کـه تغییـر در نیروهـای عمـودی زیـر چرخ‌های ادوات کششی و حمل و نقل تحت شرایط کاری، در مقایسه با وسیله نقلیه بی‌حرکت اسـت. شـکل ۲-۱ حالت بار دینامیکی را نشان می‌دهد. مطـابق شـکل ۲-۱ گشـتاور T، ممـان محـرک در آکسـل وسـیله کششی می‌باشد.

[1] balloon
[2] rim
[3] Radial



شکل ۲-۱: نیروها و سرعت‌های پایه‌ای روی یک چرخ منفرد با منتجه نیروی عکس‌العمل خاک.

نیروی عکس‌العمل خاک R، منتجه همه نیروهای اعمال شده بر چرخ است که این نیرو غالبا به دو مولفه R_V و M_R تجزیه می‌شود که این دو مولفه درشکل ۲-۲ نشان داده شده است. مقاومت غلتشی M_R، برابر است با نیروی مخالف حرکت چرخ به هنگام غلتیدن روی سطح زمین که تابعی از خواص استحکامی و تغییر شکل سطح زمین و ویژگی‌های اندازه و تغییر شکل چرخ می‌باشد.

نسبت بین مقاومت غلتشی و بار دینامیکی را ضریب مقاومت غلتشی می‌نامند $[\mu=M_R/W]$. نیروی کششی مالبند[1] p، نیروی کششی اعمال شده از طریق مالبند یا نقاط اتصال تراکتور به وسایل دنباله‌بند می‌باشد. مجموع نیروی مالبند و مقاومت غلتشی تراکتور را کشش خالص[2] می‌نامند ($NT=M_R+p$) که این نیرو در جهت حرکت تراکتور می‌باشد و کشش ناخالص[3] عبارت از نیروی حاصل از تقسیم گشتاور نهاده در چرخ محرک بر شعاع چرخ بوده و در امتداد جهت حرکت تراکتور می‌باشد (کماری‌زاده، ۱۳۸۴).

[1] Drawbar pull
[2] Net Traction
[3] Gross Traction